

No English title available.

Patent Number: DE4209519
Publication date: 1993-09-30
Inventor(s): RANDHAHN HORST DR (DE); VOGELMANN HARTMUT DR (DE)
Applicant(s): PALL CORP (US)
Requested Patent: ☐ DE4209519
Application Number: DE19924209519 19920324
Priority Number (s): DE19924209519 19920324
IPC Classification: B01D29/50
EC Classification: B01D29/11D, B01D35/00
Equivalents: CA2112494, ☐ EP0586659 (WO9319356), B1, ES2109481T, JP2836963B2, JP6508442T, ☐ RU2113706, ☐ WO9319356

Abstract

A method of testing the integrity of at least one filter element in a filter assembly, the filter element or elements being connected to a common outlet conduit, is described, wherein the method comprises the steps: a) wetting the filter material of said at least one filter element, b) subjecting the inlet side of the filter element having wetted filter material to a gas pressure, c) measuring the pressure (Pi) in the outlet conduit as a function of time, with a downstream outlet valve being closed, d) determining whether the pressure measured at a preselected time exceeds a reference pressure by a predetermined amount, or determining whether the time required to reach a preselected pressure is shorter than a reference time by a predetermined amount.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 09 519 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
B 01 D 29/50

②① Aktenzeichen: P 42 09 519.0
②② Anmeldetag: 24. 3. 92
④③ Offenlegungstag: 30. 9. 93

DE 42 09 519 A 1

⑦① Anmelder:
Pall Corp., Glen Cove, N.Y., US

⑦④ Vertreter:
Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,
81679 München; Pagenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter,
B., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte; Geißler, B.,
Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Randhahn, Horst, Dr., 6100 Darmstadt, DE;
Vogelmann, Hartmut, Dr., 6072 Dreieich, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Gerät zum schnellen Testen der Unversehrtheit von Filterelementen

⑤⑦ Ein Verfahren zum Testen der Unversehrtheit von mindestens einem Filterelement in einer Filteranordnung ist geschaffen. Das Filterelement oder die Elemente ist bzw. sind mit einer gemeinsamen Auslaßleitung verbunden. Nach einem Naßmachen des Filtermaterials des mindestens einen Filterelements wird ein Gasdruck an die Einlaßseite angelegt und vorzugsweise der Diffusionsfluß durch das naßgemachte Filtermaterial gemessen. Der Druck wird dann in der Auslaßleitung als eine Funktion der Zeit gemessen, wobei Ventileinrichtungen weiter stromab in der Auslaßleitung geschlossen sind. Gemäß dem Verfahren wird dann bestimmt, ob der Druck, der zu einer zuvor ausgewählten Zeit gemessen ist, einen Referenzdruck um einen vorbestimmten Betrag übersteigt.

DE 42 09 519 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 93 308 039/133

12/46

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Gerät zum Testen der Unversehrtheit der Filterelemente in einer Filteranordnung. Die Erfindung ist insbesondere anwendbar auf Filtersysteme, die eine sehr große Anzahl von Filterelementen umfassen, wobei das Bestimmen eines defekten Elements unter so vielen Elementen schwierig wird.

Es sind großdimensionierte Filtersysteme von verschiedenartigem Aufbau bekannt, wobei 100 oder mehr Filterelemente in einem großen Filtergehäuse angeordnet sind. Bei vielen Anwendungen, beispielsweise bei der Nahrungsmittel- und der Getränkeindustrie oder bei der pharmazeutischen Industrie, muß eine Filtrierung in großem Maßstab auch unter sterilen Bedingungen durchgeführt werden. Nicht nur das Filtergehäuse, sondern auch die Filterelemente zusammen mit dem Filtermaterial müssen regelmäßig sterilisiert werden. Eine derartige Sterilisierung, die beispielsweise mit heißem Wasser oder Dampf durchgeführt wird, kann die Unversehrtheit des Filtermaterials verschlechtern, insbesondere wenn die Sterilisierung häufig ausgeführt werden muß.

Eine Verschlechterung des Filtermaterials und/oder anderer Teile des Filterelements kann auch bei anderen Anwendungen auftreten, beispielsweise wenn chemisch-aggressive Substanzen oder Gase hoher Temperaturen zu filtern sind. Die Verschlechterung des Filterelements kann in der Art des Filtermaterials selbst auftreten, das verschlechtert wird, oder derart, daß eine Verbindung des Filtermaterials zu dem Filtergehäuse defekt werden und als Umgehung wirken kann, d. h. eine Öffnung bilden, die größer als die Porengröße des Filtermaterials ist.

In der Praxis werden Filterelemente oft in Filtrationsysteme gebaut, die ein integraler Teil einiger Produktionsarbeitsschritte sind. Es würde ein bemerkenswerter Nachteil sein, wenn der Betrieb abgestellt und das Filtrationssystem ausgebaut werden müßte, um die Unversehrtheit des Filters in gegebenen Serviceintervallen zu untersuchen. Ein schnelles und bequemes Verfahren beim Testen in eingebauten Systemen in situ ist nötig, das eine geringe Abschaltzeit für die Filtrationsoperation erfordert.

In großen Filtersystemen kann nur ein defektes Filterelement oder mehrere zu einer wesentlichen Bakterienverschmutzung des gefilterten Fluids führen und möglicherweise zu dem Aufhören der Filtrationsoperation. Ein Auffinden des bestimmten Elements oder der Elemente, das oder die daran schuld ist oder sind, unter den 100 oder mehr Elementen kann eine sehr zeitaufwendige Aufgabe sein, insbesondere wenn dies durch wiederholtes Probieren getan wird. Es sind Mittel zum Orten der defekten Elemente auf eine systematische Art notwendig.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, ein schnelles und einfaches Verfahren zum Testen eines oder mehrerer Filterelemente in einem Filtrationssystem zu schaffen, ohne daß ein Auseinanderbauen des Systems erforderlich ist.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zum Testen der Unversehrtheit einer großen Anzahl von Filterelementen zu schaffen, und einer Filteranordnung zum Ausführen des Verfahrens, durch das beschädigte Filterelemente auf eine schnelle, systematische und effiziente Weise ausgesondert werden können.

Ein Verfahren zum Testen der Unversehrtheit von

mindestens einem Filterelement in einer Filteranordnung ist geschaffen, wie es in den Ansprüchen definiert ist. Das Filterelement oder die Elemente ist bzw. sind mit einer gemeinsamen Auslaßleitung verbunden. Nach einem Naßmachen des Filtermaterials des mindestens einen Filterelements wird ein Gasdruck an die Einlaßseite angelegt und vorzugsweise der Diffusionsfluß durch das naßgemachte Filtermaterial gemessen. Der Druck wird dann in der Auslaßleitung als eine Funktion der Zeit gemessen, wobei Ventileinrichtungen weiter stromab in der Auslaßleitung geschlossen sind. Gemäß dem Verfahren wird dann bestimmt, ob der Druck, der zu einer zuvor ausgewählten Zeit gemessen ist, einen Referenzdruck um einen vorbestimmten Betrag übersteigt.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel wird die Zeit, die zum Erreichen eines zuvor ausgewählten Drucks erforderlich ist, gemessen und mit einer Referenzzeit verglichen, um zu bestimmen, ob das Filter unversehrt ist oder nicht, wiederum bei geschlossenem Auslaßventil. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel umfaßt das mindestens eine Filterelement eine Vielzahl von Filterelementen, die in eine Vielzahl von Filterabschnitten oder Gruppen unterteilt sind. Die Filterelemente, die zu jedem Abschnitt gehören, sind mit einer gemeinsamen Auslaßleitung verbunden.

Das Verfahren umfaßt die Schritte eines Naßmachens des Filtermaterials (vorzugsweise mit Wasser). Die Filterelemente aller Abschnitte mit naßgemachtem Filtermaterial werden dann einem Gasdruck, vorzugsweise einem Luftdruck, als Testdruck ausgesetzt. Der Druck in der Auslaßleitung wird dann für jeden der Vielzahl der Filterabschnitte als eine Funktion der Zeit gemessen, und zwar mit geschlossenen Auslaßventilen. Vorzugsweise wird auch die Diffusionsflußrate über den naßgemachten Filtern gemessen. Der zu einer bestimmten Zeit gemessene Auslaßdruck wird dann mit einem Referenzdruck für jeden der Abschnitte verglichen. Wenn der gemessene Druck den Referenzwert überschreitet, ist dies ein Anzeichen, daß das Filtermaterial des Filterelements selbst irgendwie nicht völlig unversehrt ist.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel des gleichen Verfahrens wird wieder der Druck in der Auslaßleitungseinrichtung für jeden Filterelementabschnitt gemessen. In diesem Fall jedoch wird die Zeit zum Erreichen eines zuvor gewählten Drucks gemessen. Wenn diese Zeit kürzer als eine maximale Zeit für jenen Druck ist, zeigt dies wiederum an, daß der Widerstand des Filtermaterials nicht ausreichend ist, d. h. irgendwie defekt ist.

Das Verfahren enthält vorzugsweise weiterhin ein Messen der Gasflußrate durch das naßgemachte Filtermaterial unter dem Testgasdruck. Das Messen der Flußrate und auch des Druckaufbaus als eine Funktion der Zeit erlaubt einen empfindlicheren Test. Temperaturschwankungen, beispielsweise während des Tests, die zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen würden, können erfaßt und berücksichtigt werden. Das Verfahren kann auch in Systemen ausgeführt werden, die kontinuierlich unter Druck arbeiten, beispielsweise über atmosphärischem Druck. Der Druckaufbau als eine Funktion der Zeit wird dann in der Auslaßleitung beobachtet, hinzugefügt zu dem schon in dem System existierenden Druck. Bei diesem Ausführungsbeispiel muß man nur den Gasdruck einstellen, damit sich ein ausreichender Druckgradient über dem naßgemachten Filtermaterial ergibt, um einen zuverlässigen Test zu erlauben.

Bei dem Ausführungsbeispiel mit einer Vielzahl von

Filterelementen, die in Unterabschnitten angeordnet sind, kann das Druck-Zeit-Verhalten in jedem Abschnitt gleichzeitig mit den geeigneten Instrumenten gemessen werden.

Auf diese Weise kann eine große Anzahl von Filterabschnitten, die jeweils mehrere Filterelemente umfassen, in sehr kurzer Zeit gemessen werden. Jeder Abschnitt oder jede Gruppe wird typischerweise zwei bis fünfzehn Filterelemente umfassen, insbesondere drei bis sieben Filterelemente. Das Testverfahren hat dann den Vorteil, daß einzelne Abschnitte gleichzeitig und schnell geprüft werden können. Wenn einmal der defekte Abschnitt isoliert ist, können auch die einzelnen Elemente dieses Abschnitts, die eine geringe Anzahl aufweisen, auch schnell getestet werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird auch eine Filteranordnung zum Ausführen des obigen Verfahrens geschaffen, wie es in den Ansprüchen definiert ist. Die Filteranordnung umfaßt eine Vielzahl von Filterelementen, die in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt sind, wobei jeder Abschnitt einen Teil der Filterelemente enthält (vorzugsweise drei bis sieben Filterelemente). Jeder Abschnitt hat einen Auslaßverteiler und eine damit verbundene Auslaßleitung. Die Auslaßseiten der Filterelemente sind mit dem Verteiler jedes Abschnitts verbunden. Druckerfassungseinrichtungen sind angeordnet, um den Druck in der Auslaßleitung jedes der Abschnitte zu messen.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel sind Ventileinrichtungen stromab der Druckerfassungseinrichtungen in jeder der Auslaßleitungen angeordnet. Auf diese Art kann ein Gasdurchgang geöffnet oder geschlossen werden, und zwar individuell für jeden der Vielzahl von Filterabschnitten. Der Ort der Ventileinrichtungen stromab der Druckerfassungseinrichtungen erlaubt ein Messen des Druckaufbaus in jedem Abschnitt als eine Funktion der Zeit, wie es bei dem obigen Testverfahren auf Unversehrtheit definiert ist.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Vielzahl der Filterelemente in einem gemeinsamen Gefäß angeordnet, das das zu filternde Fluid enthält, wobei jedes Filterelement eine Filtermaterialoberfläche hat, die in direktem Kontakt mit dem einfließenden Fluid ist. Diese Anordnung der Filter sorgt dafür, daß der Gasdruck, der während des Tests auf Unversehrtheit an die Filtereinlaßoberfläche angelegt ist, für alle Filterelemente der gleiche ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

Fig. 1 zeigt ein einfaches Filtrationssystem zum Erklären des grundsätzlichen Verfahrens der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt ein Beispiel des Druckaufbaus als eine Funktion der Zeit bei dem Test auf Unversehrtheit;

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Filteranordnung der vorliegenden Erfindung, die eine Vielzahl von Filterelementen umfaßt, die in getrennte Filterabschnitte unterteilt sind; und

Fig. 4 zeigt ein schematisches Diagramm des Aufbaus für das Testverfahren auf Unversehrtheit, wenn eine Vielzahl von Filterelementen beteiligt ist.

Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird zuerst in Verbindung mit den Fig. 1 und 2 erklärt, wobei nur ein einziges Filterelement 1 beteiligt ist. Eine Einlaßleitung 8 liefert ein zu filterndes Fluid zu dem inneren Volumen eines Gefäßes 6. Nach einem Passieren des

Filterelements 1 verläßt das Filtrat das Gefäß 6 durch eine Leitung 5. Ein Drucksensor PI ist in der Leitung 5 angeordnet, die mit einem Meß- und Steuersystem 30 elektrisch verbunden ist.

Der Test auf Unversehrtheit wird normalerweise nach einer Reinigungs- oder Sterilisationsprozedur des Filtrationssystems beginnen. Das Filtermaterial des Filterelements 1 wird mit einem Mittel, vorzugsweise Wasser, als ein erster Schritt der Prozedur naß gemacht. Ein Test-Gasdruck wird dann an der Einlaßseite des Filterelements errichtet, d. h. in dem Inneren des Gefäßes 6. Vorzugsweise wird der Testdruck konstant gehalten, was mit der Steuereinrichtung 30 erreicht werden kann. Das bevorzugte Gas ist Luft. Der bevorzugte Testdruck liegt in dem Bereich von 50 bis 6000 mbar, insbesondere von 500 bis 5200 mbar.

Der angelegte Gasdruck resultiert in einer Diffusion des Gases durch das naßgemachte Filtermaterial und folglich einem Druckaufbau an der Auslaßseite oder sauberen Seite des Filterelements. Ein Auslaßventil 4 ist während des Tests geschlossen. Dieser Druckaufbau wird mit dem Drucksensor PI, der in der Leitung 5 angeordnet ist, als eine Funktion der Zeit gemessen.

Das Drucksignal wird aufgezeichnet und in der Steuereinheit 30 analysiert. Ein typisches Druck-Zeit-Verhalten ist in Fig. 2 gezeigt. Der Druckaufbau ist für ein unversehrtes Filterelement und eines, das einen Defekt aufweist, gezeigt. Mit einem Defekt erlaubt ein beschädigter Teil des Filtermaterials einen direkten Fluiddurchgang und damit den schnelleren Druckaufbau als Funktion der Zeit.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung vergleicht die Steuereinheit 30 den gemessenen Druck zu einer Zeit t_0 mit einem Referenzdruck, wie es beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist. Wenn der gemessene Druck P_0 den Referenzdruck um einen vorbestimmten Betrag übersteigt, ist dies ein Anzeichen, daß in dem Filter in der Tat etwas defekt ist. Die Referenzkurve der Fig. 2 wird von dem Filtermaterial und auch den Dimensionen des Filtersystems einschließlich der Leitung 5 abhängen. Die Referenzkurve wird normalerweise empirisch bestimmt werden, beispielsweise wenn das Filtersystem zum ersten Mal in Betrieb genommen wird.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel bestimmt die Steuereinheit 30 die Zeit, die zum Erreichen eines zuvor ausgewählten Drucks erforderlich ist und vergleicht diese dann mit einer Referenzzeit. Wenn die gemessene Zeit um einen vorbestimmten Betrag kürzer als die Referenzzeit ist, ist dies wiederum ein Anzeichen für ein defektes Filterelement.

Zusätzlich kann die Flußrate Q einer Gasdiffusion durch das naßgemachte Material gleichzeitig mit der Druckaufbau-Messung gemessen werden. Geräte und Verfahren zum Zuführen des Testdrucks und zum Messen der Diffusionsflußrate sind beispielsweise aus der EP-A-0 314 822 bekannt und werden hier vorzugsweise verwendet. Das Druck-Zeit-Verhalten des Testgases wird überwacht, was als Parameter für ein automatisches Zuführen differentieller Volumen des Fluids zu der Testkammer dient. Die Größe der ausgewählten zugeführten Volumen unterscheidet sich, bis die erwünschte Zuführrate erreicht ist. Die Zuführrate entspricht auch der Diffusionsflußrate durch die naßgemachten Filterelemente.

Kennt man die Diffusionsflußrate, werden Temperaturschwankungen, die während der Testprozedur auftreten könnten, erfaßt. Wenn z. B. die Ausrüstung zuvor sterilisiert worden ist und nicht ausreichend abgekühlt

ist, kann eine kleine Änderung von nur wenigen Grad Celsius die Druckmessung verfälschen. Die in der Auslaßleitung 5 gemessenen Drücke sind in der Größenordnung von 10 bis 60 mbar, d. h. relativ klein und empfindlich gegenüber Temperaturänderungen. Wenn ein hoher Druck gefunden ist, der ein defektes Element anzeigt, wird die Flußrate Q zu dieser Zeit auch geprüft, um zu sehen, wenn der Druck mit der momentanen Flußrate konsistent ist. Wenn dies nicht der Fall ist, zeigt es an, daß eine Temperaturänderung stattgefunden hat, und der Test wird dann gestoppt und wiederholt, nachdem sich die Temperaturen stabilisiert haben.

Es ist auch möglich, die Tests auszuführen, wenn das Gefäß unter einem normalen Betriebsdruck steht. Zum Beispiel könnte ein Druck, der höher oder niedriger als atmosphärischer Druck ist, in der Auslaßleitung unter normalen Betriebsbedingungen des Filtrationssystems existieren. Bei der Testprozedur wird der angelegte Gasdruck dann einen Druckgradienten zwischen dem Inneren des Gefäßes und der Auslaßleitung 5 darstellen. Der Druckaufbau könnte dann noch als eine Funktion der Zeit in der Auslaßleitung 5 bestimmt werden, wobei in diesem Fall der Basisdruck etwas anders als atmosphärischer Druck ist. Das Gefäß könnte einen Überdruck haben oder könnte sogar im Vakuumbereich sein.

Das obige Verfahren kann bei eingebauten Systemen angewendet werden. Der Test selbst dauert normalerweise 5 bis 20 Minuten, vorzugsweise etwa 10 bis 15 Minuten. Kein Ausbau des Filtrationssystems ist notwendig, der Test wird in situ durchgeführt. Anschlüsse sind natürlich notwendig, um das naßmachende Mittel für das Filtermaterial zuzuführen, und um den Testgasdruck zuzuführen. Diese Anschlüsse werden jedoch normalerweise in dem bestehenden System vorhanden sein.

Das oben beschriebene Verfahren hat insbesondere Vorteile bei Filtrationssystemen, die eine Vielzahl von Filterelementen umfassen. Ein derartiges Ausführungsbeispiel wird nun im Zusammenhang mit Fig. 3 erörtert. Eine Vielzahl von Filterelementen 1 ist in einem Gehäuse angeordnet, das in der Form eines großen Gefäßes 6 gezeigt ist. Eine Einlaßleitung 8 steht mit dem inneren Volumen des Gefäßes 6 in Verbindung. Nach einem Passieren der Filterelemente 1 verläßt das Filtrat das Gefäß 6 durch die Leitungen 5. Ein Auslaßverteiler 7 sammelt das nach außen gehende Filtrat.

Die Filteranordnung umfaßt weiterhin einen Auslaßverteiler 2, der mit einzelnen Auslaßöffnungen 3 der Filterelemente 1 verbunden ist. Die Filterelemente sind in eine Anzahl von Abschnitten oder Gruppen 10 aufgeteilt, von denen jeder bzw. jede einen Auslaßverteiler 2 aufweist. Nur ein Abschnitt ist in Fig. 3 dargestellt. Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 sind drei derartige Abschnitte von Filterelementen dargestellt. Die Filteranordnung der Erfindung umfaßt weiterhin Druckerfassungseinrichtungen in den Auslaßleitungen 5, wie es in Fig. 4 gezeigt ist. Die Filteranordnung umfaßt auch Ventileinrichtungen 4, die in den Auslaßleitungen 5 angeordnet sind. Die Druckerfassungseinrichtungen sind stromauf der Ventile 4 angeordnet.

Die Ventileinrichtungen 4 können irgendein geeigneter Typ von Ventil sein, vorzugsweise Ventile, die bei einem Computer-gesteuerten automatisierten System verwendet werden können. Derartige Ventile sind Kugelhahnen, Klappenventile oder Membranventile. Die Verteiler oder Adapter 2 sind entwickelt, um zu den Auslaßöffnungen 3 in der vorbestimmten Anzahl von Filterelementen 1 eine Verbindung herzustellen. Bei dieser Anordnung kann ein Gasfluß durch alle Elemente

1 in dem Abschnitt 10 durch das einzelne Ventil 4 in der Auslaßleitung 5 gesteuert werden. Mehrere Abschnitte 10 oder alle Abschnitte der Filterelemente können gleichzeitig gesperrt werden. Die Filterelemente in solchen Filtersystemen sind im allgemeinen von zylindrischer Form, wobei der äußere Teil des Zylinders aus dem Filtermaterial hergestellt ist. Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, ist die äußere Oberfläche 9 des Filtermaterials in direktem Kontakt mit dem Inneren des Gefäßes 6. Die Filterelemente können auf irgendeine zweckmäßige Art an dem Auslaßverteiler 2 montiert sein. Der Auslaßverteiler ist vorzugsweise aus einem synthetischen Material hergestellt; besonders bevorzugt ist PVDF.

Die Filteranordnung der vorliegenden Erfindung ist für Anwendungen in der Industrie geeignet, wo die Filterelemente durch Reinigungs-, Dekontaminierungs- oder Sterilisationsprozeduren beschädigt sein können, die aus Gründen der Produktqualität notwendig sind. In der Getränkeindustrie sind beispielsweise absolut sterile Bedingungen nötig. Nach einer Produktionszeit, d. h. einer Filtrationsbetriebszeit, von einem oder mehreren Tagen müssen solche Systeme entleert und einer Sterilisationsbehandlung unterzogen werden.

Die Filterelemente können aufgrund der hohen Temperaturen und Drücke zerstört werden, die bei der Sterilisation benutzt werden, was normalerweise mit Dampf und/oder heißem Wasser ausgeführt wird. Wenn die Filterelemente einer solchen Behandlung nicht widerstehen, oder ihre Materialstruktur geändert wird, kann die spezifizizierte und bestätigte Entfernungseffizienz nicht länger verfügbar sein, wenn der Betrieb des Systems wieder aufgenommen wird.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel des oben beschriebenen Verfahrens kann die Unversehrtheit der Filterelemente zu diesem Zeitpunkt getestet werden, d. h. vor einer Wiederaufnahme des Filterbetriebs. Die Unversehrtheit der Filterelemente wird in situ in einer Filteranordnung getestet, die in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt ist, wie es oben beschrieben ist. Der Test basiert auf der Gasdiffusion durch mit Flüssigkeit naß gemachte Filterelemente. Eine wichtige Anwendung dieses Verfahrens ist ein Steril-Filterbetrieb, wobei Mikroorganismen durch das Filtermaterial zurückgehalten werden sollten. In diesem Fall muß die Porengröße des Filtermaterials entsprechend klein bleiben; anders ausgedrückt, die Sterilisationsbehandlung sollte die Porengröße nicht zu dem Ausmaß vergrößern, daß Mikroorganismen das Filtermaterial passieren könnten.

Der Test enthält ein anfängliches Naßmachen des Filtermaterials, vorzugsweise mit Wasser für hydrophile Membrane. Wenn das Filtermaterial hydrophob ist, ist das naßmachende Mittel vorzugsweise ein Lösungsmittel oder Alkohol oder eine Flüssigkeitsmischung mit geringer Oberflächenspannung. Das Naßmachen kann durch Füllen des Gefäßes 6 mit dem naßmachenden Mittel durch einen Einlaßanschluß 11 durchgeführt werden, gefolgt durch Trockenlegen des Gefäßes durch einen Auslaßanschluß 12. Das naßmachende Mittel wird abhängig von dem Filtrationsproblem und dem entsprechend ausgewählten Filtermaterial ausgewählt.

Nach dem Naßmachen werden die Filterelemente einem Fluidruck ausgesetzt. Das Testfluid kann durch die Leitung 13 der Fig. 3 zugeführt werden. Abhängig von der Anwendung kann das Fluid Gas oder Flüssigkeit sein, obwohl insbesondere Gas bevorzugt wird. Geeignete Gase sind Luft oder Stickstoff. Das bevorzugte Medium ist Luft.

Wie in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben ist, wird Gas zu dem Inneren des Gefäßes bei einem Druck in dem Bereich von 50 bis 6000 mbar zugeführt. Der Testdruck wird während des Testens vorzugsweise konstant gehalten. Die Ventile 4 werden in ihre geschlossene Position versetzt. Die Druckmeßeinrichtungen PI sind angeordnet, um einen Druckaufbau auf der stromab gelegenen oder reinen Seite der Filterelemente zu messen. Die Drucksensoren PI sind an eine Meß- und Steuereinrichtung 30 angeschlossen, die in Fig. 4 gezeigt ist. Die Meß- und Steuereinrichtung 30 ist auch angeordnet, um den Testdruck während der gesamten Prozedur konstant zu halten.

Der einzustellende erwünschte Testdruck wird von dem Filtermaterial oder dem Typ der zu testenden Filterelemente abhängen. Er wird auch von der möglichen Bedingung der Filter abhängen, ob sie über eine längere Zeitdauer in Betrieb gewesen sind, oder auch von anderen Betriebsparametern.

Die Steuereinrichtung 30 mißt die Zeitabhängigkeit des Druckaufbaus, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, aber nun für jeden Filterunterabschnitt. Zu einer zuvor ausgewählten Zeit t_0 vergleicht die Steuereinheit 30 den tatsächlich gemessenen Druck zu der Zeit t_0 mit einem Referenzdruck, wie es oben in Zusammenhang mit Fig. 2 erörtert ist. Wenn der gemessene Druck P_0 den Referenzdruck überschreitet, bedeutet dies, daß der Druckwiderstand des Filtermediums nicht ausreichend ist; anders ausgedrückt, es gibt einen Defekt in einem der Elemente dieses Filterabschnitts. In der Praxis bestimmt die Steuereinheit 30, ob der gemessene Druck P_0 um einen vorbestimmten Betrag größer als ein Referenzdruck ist. Wenn dies der Fall ist, wird mindestens eines der Filter in jenem Unterabschnitt der Filterelemente isoliert und ersetzt werden müssen.

Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel kann die Steuereinheit 30 die Zeit bestimmen, die zum Erreichen eines zuvor ausgewählten Drucks erforderlich ist. Wenn diese Zeit kürzer als eine Referenzzeit für jenen Druck ist, dann ist dies auch ein Anzeichen, daß mindestens eines der Filterelemente in diesem Unterabschnitt defekt ist.

Die in Fig. 2 gezeigte Referenzkurve wird auch von dem Betriebsaufbau abhängen, d. h. den Dimensionen der Filteranordnung, der Anzahl der Filterelemente und insbesondere der Anzahl der Filterelemente pro Unterabschnitt oder Gruppe. Der Referenzdruck zum Vergleichen mit dem gemessenen Druck kann ein voreingestellter fester Wert sein, der in die Steuereinheit 30 für den Vergleich eingegeben ist. Der feste Wert kann empirisch oder durch Berechnungen bestimmt sein, wenn das Filtrationssystem in Betrieb genommen ist.

Alternativ kann der Referenzdruck der in einem der anderen der Vielzahl von Filterabschnitten gemessene Druck sein. Vorzugsweise ist der Referenzdruck ein Durchschnitt des gemessenen Drucks in mindestens zwei der anderen Filterabschnitte. Derartige Filtersysteme werden normalerweise 10 bis 16 Gruppen aufweisen. Durch jeweiliges Vergleichen des Druckaufbausverhaltens eines Abschnitts mit denen der anderen Abschnitte kann schon erkannt werden, ob ein Abschnitt oder eine Gruppe von Abschnitten bemerkenswert von den anderen abweicht. Diese Prozedur setzt voraus, daß die Anzahl der Filterelemente pro Abschnitt gleich ist und die Fluß- und Druckbedingungen andererseits sehr ähnlich sind, was normalerweise der Fall sein wird. Dieser Weg wird am meisten bevorzugt, da keine vorbestimmten empirischen Bestimmungen gemacht werden

müssen.

Das Messen des Druckaufbaus P_i für jeden Unterabschnitt $i = 1, 2, \dots, n$ gemäß Fig. 4 kann auch gleichzeitig mit einem Messen der Diffusionsflußrate durch alle Filter ausgeführt werden, d. h. die Summe $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$. Derartige Flußratenmessungen sind notwendig zur Bestätigung der Filtrationssysteme. Da normalerweise nur die totale Flußrate durch alle Elemente in allen Abschnitten gemessen wird, kann es jedoch noch möglich sein, daß einzelne Filterelemente defekt sind und würden den Bestätigungserfordernissen nicht entsprechen. Das vorliegende Verfahren bietet dann eine Erweiterung von bisherigen Bestätigungstechniken und erzeugt bessere Ergebnisse. Mit dem vorliegenden Verfahren zum Messen des Drucks jedes Filters einzeln oder jeder Gruppe oder jedes Abschnitts von Filtern ist es im wesentlichen ausgeschlossen, daß ein defektes Filter nicht bemerkt werden würde. Das vorliegende Verfahren ergänzt daher die bisherigen Bestätigungstechniken und macht sie zuverlässiger.

Das vorliegende Verfahren ist insbesondere geeignet für Steril-Filtrationssysteme, wo das Filtermaterial der Filterelemente vom Membrantyp ist. Derartiges Filter-Membranmaterial wird eine Barriere gegenüber Bakterien oder gegenüber Mikroorganismen bieten, die möglicherweise in dem zu filternden Fluid enthalten sind. Das vorliegende Verfahren und die Filteranordnung dafür sind insbesondere geeignet für eine Anwendung in der Getränkeindustrie und der pharmazeutischen Industrie, aber nicht darauf beschränkt.

Es wird auch erwogen, daß das gesamte Verfahren voll automatisiert wird. Die notwendigen Servomechanismen zum Steuern der Ventile für einen Gaseinlaß und einen -auslaß gehören zu dem Filtrationssystem. Eine Einrichtung zum Messen des Druckaufbaus ist im Stand der Technik wohl bekannt. Eine Berechnungseinrichtung zum Durchführen der Vergleiche der gemessenen und erwünschten Raten und Drücke sind auf dem Gebiet der Systemsteuerung auch wohl bekannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Testen der Unversehrtheit mindestens eines Filterelements in einer Filteranordnung, wobei das Filterelement oder die Elemente mit einer gemeinsamen Auslaßleitung verbunden ist bzw. sind, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

- a) Naßmachen des Filtermaterials des mindestens einen Filterelements,
- b) einem Gasdruck Aussetzen der Einlaßseiten des Filterelements mit naßgemachtem Filtermaterial,
- c) Messen des Drucks (P_i) in der Auslaßleitung als eine Funktion der Zeit, wobei ein Auslaßventil stromab geschlossen ist,
- d) Bestimmen, ob der Druck, der zu einer zuvor ausgewählten Zeit gemessen ist, einen Referenzdruck um einen vorbestimmten Betrag übersteigt, oder Bestimmen, ob die Zeit, die zum Erreichen eines zuvor ausgewählten Drucks erforderlich ist, um einen vorbestimmten Betrag kürzer als eine Referenzzeit ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin ein Messen der Gasdiffusionsflußrate durch das naßgemachte Filtermaterial unter dem Gasdruck durch alle Filterelemente in der Filteranordnung umfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Flußrate

die Anzahl der Testgasvolumina verschiedener Größe gemessen wird, die der Filteranordnung zugeführt werden, um einen konstanten Testgasdruck beizubehalten.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei das mindestens eine Filterelement eine Vielzahl von Filterelementen umfaßt, die in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt sind, wobei die Filterelemente jedes Abschnitts mit einer gemeinsamen Auslaßleitung verbunden sind, und wobei der Druck in Schritt c) in den Auslaßleitungen jedes der Abschnitte der Filterelemente gemessen wird und das Bestimmen in Schritt d) für jeden der Abschnitte der Filterelemente durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Schritte c) und d) des Messens und des Bestimmens gleichzeitig für alle der Vielzahl von Filterabschnitten ausgeführt werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Referenzdruck des Schritts d) ein voreingestellter fester Wert ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei der Referenzdruck des Schritts d) der Druck ist, der in einem der anderen der Vielzahl von Filterabschnitten gemessen ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei der Referenzdruck des Schritts d) ein Durchschnitt des in mindestens in zwei anderen Filterabschnitten gemessenen Drucks ist.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gasdruck in dem Bereich von 50 bis 6000 mbar, insbesondere 500 bis 5200 mbar, liegt.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gasdruck während der Druckmessung auf einem konstanten Wert gehalten wird, wobei das Gas insbesondere Luft ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei der normale Druck in der Auslaßleitung oder den Leitungen höher oder niedriger als atmosphärischer Druck ist, und die Gasdruckwerte zum Testen Druckgradienten durch das naßgemachte Filtermaterial darstellen.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Filterelemente vor dem Testen auf Unversehrtheit einer Sterilisation bei hohen Temperaturen ausgesetzt worden sind.

13. Filteranordnung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 12, wobei die Anordnung umfaßt:

eine Vielzahl von Filterelementen (1), die in eine Vielzahl von Abschnitten (10) unterteilt sind, wobei jeder Abschnitt einen Teil der Filterelemente enthält,

eine Auslaßleitung (5), die mit den Auslaßseiten (3) der Filterelemente in jedem der Abschnitte (10) verbunden ist,

Druckerfassungseinrichtungen (PI), die angeordnet sind, um den Druck in der Auslaßleitung (5) jedes der Abschnitte (10) zu messen,

Ventile (4), die in der Auslaßleitung jedes der Abschnitte stromab der Druckerfassungseinrichtungen angeordnet sind.

14. Filteranordnung nach Anspruch 13, wobei die Vielzahl der Filterelemente (1) in einem gemeinsamen Gefäß (6) angeordnet sind, das das zu filternde Fluid enthält, wobei jedes Filterelement eine Filtermaterialoberfläche (9) in direktem Kontakt mit

dem zu filternden Fluid hat.

15. Filteranordnung nach Anspruch 13 oder 14, wobei jeder Abschnitt der Filterelemente, die jeweils mit einem Auslaßverteiler (2) verbunden sind, 2 bis 15, insbesondere 3 bis 7, Filterelemente umfaßt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

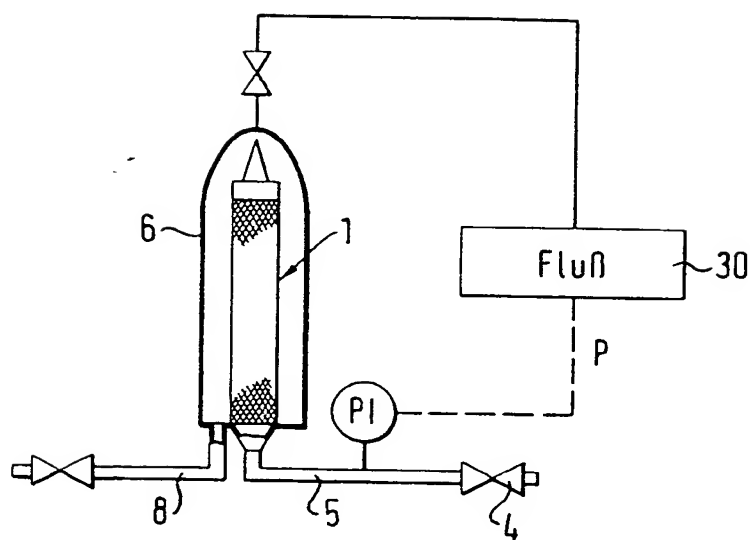


Fig. 2

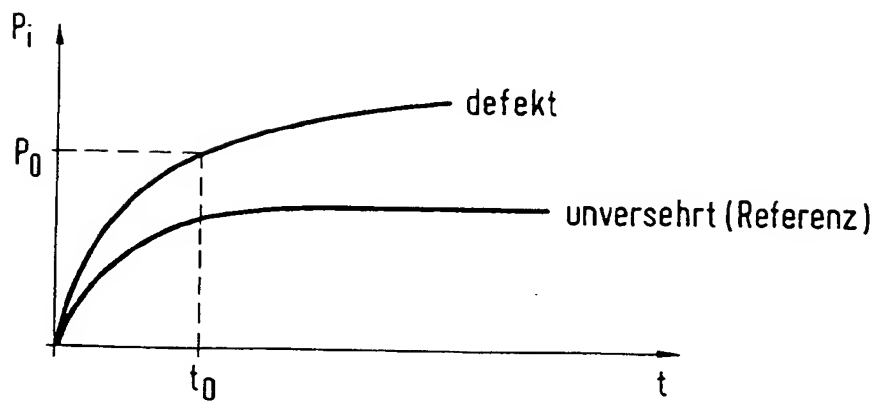


Fig. 3

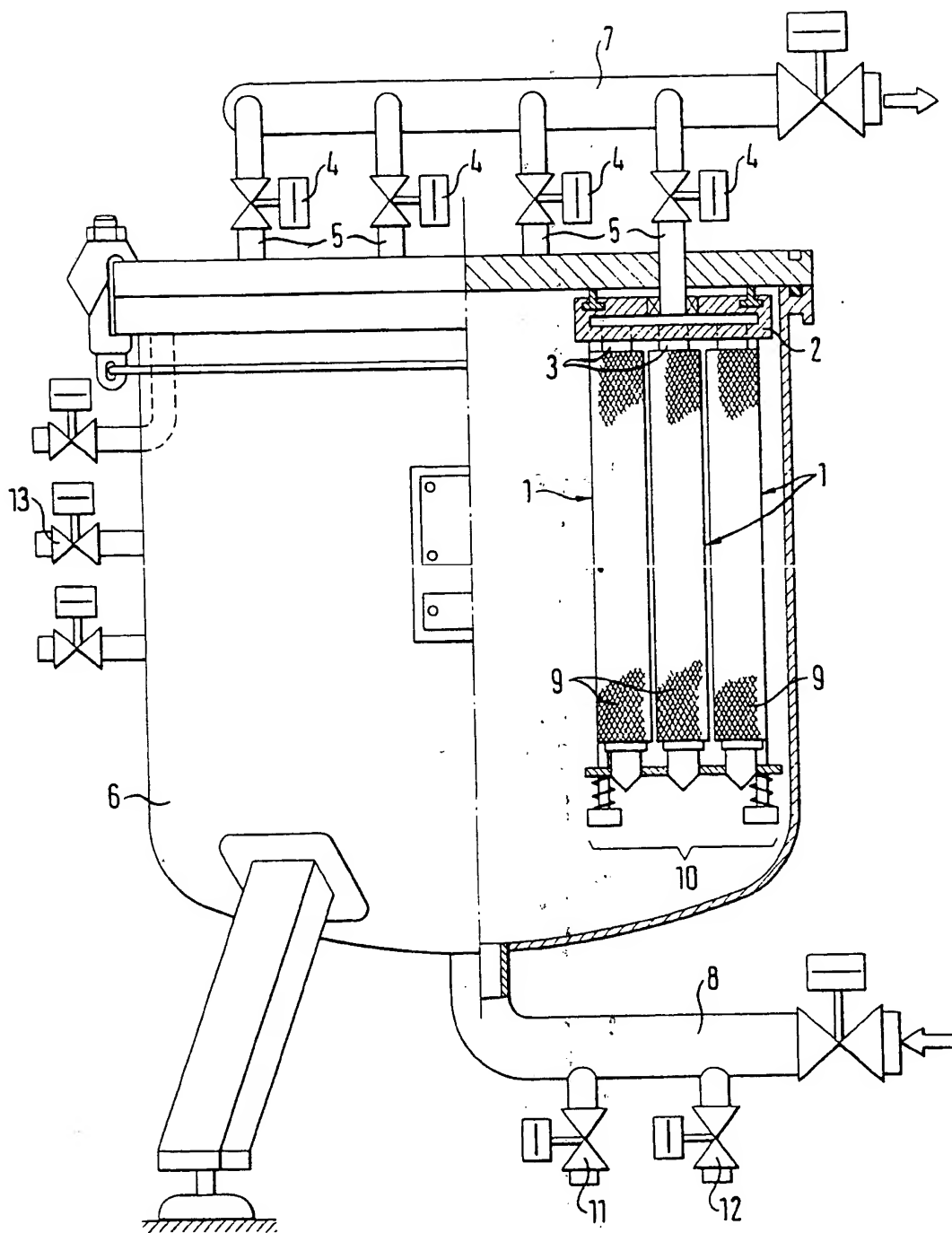


Fig. 4

